

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-137854

(43)公開日 平成9年(1997)5月27日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 H 15/00			F 1 6 H 15/00	
B 2 3 P 9/02			B 2 3 P 9/02	
B 2 4 B 39/04			B 2 4 B 39/04	Z
F 1 6 H 15/38			F 1 6 H 15/38	

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 6 頁)

(21)出願番号	特願平7-296932	(71)出願人	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(22)出願日	平成7年(1995)11月15日	(72)発明者	遠 山 忍 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(72)発明者	大 谷 利 一 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産 自動車株式会社内
		(74)代理人	弁理士 小塩 豊

(54)【発明の名称】 トラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法

(57)【要約】

【目的】 トラクション性能および転動疲労性能に優れた転動面を有するトラクションドライブ転動体を高効率、低コストに加工することができるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法を提供する。

【構成】 トラクションドライブ転動体の転動面に、例えば7.0GPa以上の面圧によるバニシング加工を施し、転動面の中心線平均粗さRaを0.2μm以下に仕上加工する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トラクションドライブ駆動体の駆動面にバニシング加工を施し、当該駆動面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.2\mu\text{m}$ 以下に仕上げることを特徴とするトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法。

【請求項2】 バニシング加工の面圧が $7.0\text{GPa}$ 以上であることを特徴とする請求項1記載のトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法。

【請求項3】 バニシング加工の下地加工が旋削加工であることを特徴とする請求項1記載のトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法。

【請求項4】 下地加工後の駆動面の中心線平均粗さ $R_a$ が $0.5\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項3記載のトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばトラクションドライブ方式の無段変速装置におけるパワーローラ、入力ディスク、出力ディスクなど、トラクションドライブ駆動体の駆動面を仕上加工するのに利用されるトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】トラクションドライブは、専用に開発されたトラクシオンオイル中において金属面間に形成される油膜のせん断力を利用して動力伝達する方式であって、上記した無段変速装置においては、パワーローラの回転軸芯を傾動させることによって入力ディスクおよび出力ディスクとの接触点の回転半径を連続的に変化させ、これにより入力ディスクの回転速度を無段階に変えて出力ディスクに伝達するようにしている。

【0003】このようなトラクションドライブ式無段変速装置の駆動体、すなわちパワーローラ、入力ディスク、出力ディスクは、耐磨耗性の観点からロックウェルC硬さで60以上の硬度を有し、その駆動面には、所定のトラクシオン性能を得るための面精度と表面粗さ（細かさ）が要求されることから、例えば、日本精工の発表（日経産業新聞 1991年12月26日）では、駆動体表面の凹凸の高低差を $0.05\mu\text{m}$ 以下に仕上げるようにしていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法においては、上記したように、駆動面の表面の凹凸の高低差を $0.05\mu\text{m}$ 以下とするために、研削加工および超仕上加工を用いる必要があり、加工装置が高価で設備費の増大が避けられず、しかも加工能率が低いために、加工コストがかさむという問題点があった。 また、このようなトラクションドライブ駆動体には、使用しているうちに駆動面の表面が表面下 $0.1\sim 0.2\text{mm}$ のところから剥離

するという疲労強度上の問題点があり、これらの問題点を解決することが従来のトラクションドライブ駆動体の品質上およびコスト上の課題となっていた。

## 【0005】

【発明の目的】本発明は、従来のトラクションドライブ駆動体における上記課題に着目してなされたものであって、トラクシオン性能および駆動疲労性能に優れた駆動面を備えたトラクションドライブ駆動体を高能率、低コストのもとに加工することができるトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記目的を達成するため、種々の加工法によって得られる表面粗さの相違や、このときのトラクシオン性能、駆動疲労性能への影響などについて、下地加工方法や下地加工後における下地面の硬さや表面粗さなどをも含めて鋭意検討した結果、トラクションドライブ駆動体表面の仕上加工に際して、駆動面にバニシング加工を施し、駆動表面を塑性変形させるようになすことによって、駆動面の表面粗さ $R_a$ が $0.05\mu\text{m}$ を超える粗い場合にも、超仕上加工によって表面粗さ $R_a$ を $0.05\mu\text{m}$ 以下に仕上げた場合と同等、あるいはそれ以上のトラクシオン性能を発揮することを見出すと共に、当該バニシング加工によって駆動表面下に残留応力が発生し、これによって駆動疲労性能が向上することを確認するに至った。

【0007】本発明に係わるトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法は、上記知見に基づくものであって、本発明の請求項1に係わる加工方法は、トラクションドライブ駆動体の駆動面にバニシング加工を施し、当該駆動面の中心線平均粗さ $R_a$ を $0.2\mu\text{m}$ 以下に仕上げる構成としたことを特徴としており、このようなトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法の構成を前述した従来の課題を解決するための手段としている。

【0008】本発明に係わるトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法の実施態様として請求項2に係わる加工方法は、バニシング加工の面圧が $7.0\text{GPa}$ 以上である構成とし、同じく実施態様として請求項3に係わる加工方法は、バニシング加工の下地加工が旋削加工である構成、さらに実施態様として請求項4に係わる加工方法は、下地加工後の駆動面の中心線平均粗さ $R_a$ が $0.5\mu\text{m}$ 以下である構成としており、このようなトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法の構成を前述した従来の課題を解決するための手段としたことを特徴としている。

【0009】本発明に係わるトラクションドライブ駆動体表面の仕上加工方法において適用されるバニシング加工は、工作物の表面に高硬度の工具を押し付けることによって工作物の表面に塑性変形を与えるものであって、表面を平滑にすると共に寸法精度を向上させることがで

きる。そして、このバニシング加工に基づく塑性変形によって、工作物の被加工面、とくに表面下0.1～0.2mmの部位に圧縮残留応力が発生し、この圧縮残留応力が転動体の剥離寿命を延長させ、転動疲労性能の向上に寄与しているものと考えられる。

【0010】本発明に係わる仕上加工方法において、バニシング加工に際して転動体の転動面に加えられる面圧としては、転動面にバニシング加工本来の塑性変形を付与するに足り、転動面近傍に圧縮残留応力が発生する限り、とくに限定されないが、十分な圧縮残留応力を発生させ転動疲労性能を有効に改善するには7.0GPa以上の面圧を加えることが望ましい。また、バニシング加工による表面粗さの向上代は、面圧が高いほど大きく、7.0GPa未満では表面粗さの向上代が低いため、下地面の表面粗さをより小さくする必要があり、それによって下地加工の工数の増大を招いてしまう。

【0011】バニシング加工によって得られる被加工面の表面粗さRaは、バニシング加工条件（面圧、周速、送り）と、加工前の下地面の硬さおよび表面粗さRaによって決定されるが、このうち周速および送りの影響はさほど大きくはない。すなわち、バニシング加工による表面粗さRaは、下地面の硬さが低いほど、下地面の表面粗さが細かいほど、バニシング加工の面圧が高いほど小さく（細かく）、平滑になる。

【0012】本発明に係わる仕上加工方法においては、バニシング加工による転動面の表面粗さRaを0.2μm以下に仕上げるようにしているが、これはバニシング加工品においても、やはり表面粗さが大きくなるほど、金属接触しやすくなり、表面での摩擦熱が増大し、寿命が低下することによる。なお、バニシング加工を施すことによって、超仕上加工による従来のものより表面粗さRaが粗いにもかかわらずトラクション性能が向上するメカニズムについては、いまだ不明な部分が多く、目下解明中である。

【0013】本発明における転動体の下地加工としては、旋削（ターニング）加工を採用することができる。

例えば、NC旋盤にNC化サーキュラテーブルを設け、当該サーキュラテーブルに旋削工具とバニシング工具とを搭載することにより、下地加工とバニシング加工を連続して行うことができるようになり、工程の大幅な集約が可能になる。

【0014】この旋削加工による下地加工に際して、旋削加工後の下地面の表面粗さRaについては0.5μm以下にすることが望ましい。すなわち、バニシング加工による転動面の表面粗さRaは、前述のようにバニシング加工条件と、加工前の下地面の硬さおよび表面粗さRaによって影響されるが、耐摩耗性の観点から下地面

の硬さを低くするには限度があるので、下地面の表面粗さRaが0.5μmを超えた場合に、バニシング加工後の表面粗さRaを0.2μmにするためには、バニシング加工の面圧を極めて大きくすることが必要となり、工具および装置の負担が大幅に増大することによる。

【0015】

【発明の作用】本発明の請求項1に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法においては、トラクションドライブ転動体の転動面にバニシング加工を施すことによって、当該転動面の表面粗さRaを0.2μm以下に仕上げるようにしているので、超仕上加工を施すことなくトラクション性能が向上すると共に、転動面直下位置に圧縮残留応力が生じて剥離寿命が改善されることとなり、高価な設備が不要となって、加工コストが低減される。

【0016】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法の実施態様として請求項2に係わる加工方法においては、7.0GPa以上の面圧でバニシング加工を施すようにしているので、転動面の塑性変形および圧縮残留応力が有効に発生し、転動体の剥離寿命、すなわち転動疲労性能が大幅に向上する。同じく実施態様として請求項3に係わる加工方法においては、バニシング加工の下地加工を旋削加工によって行うようにしているので、下地加工とバニシング加工とを連続的に行うことによって、加工工程が大幅に集約されることになる。さらに実施態様として請求項4に係わる加工方法においては、旋削による下地加工後の転動面の表面粗さRaを0.5μm以下にしているので、その後のバニシング加工によって転動面が表面粗さRa0.2μm以下に無理なく仕上げられる。

【0017】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて具体的に説明する。

【0018】トラクション性能

JIS G 4052に規定されるSCM420H鋼（1Cr-1/4Mo鋼）を後述する試験片の概略形状に加工したのち、浸炭焼入および焼戻処理を施し、旋削加工によって径40mm、厚さ20mmの円筒形試験片と、同じく径40mm、厚さ20mmであって、円筒面に曲率半径20mmのクラウニングを施したクラウニング付き円筒形試験片とを作成した（下地加工）。次いで、それぞれの転動面（円筒面およびクラウニング面）に、表1に示す条件のバニシング加工を施すことによって、それぞれの表面粗さRaに仕上げた。

【0019】

【表1】

区分	下地加工			仕上加工				記号
	種類	硬 さ (H <sub>R</sub> C)	表面粗さ R <sub>a</sub> (μm)	種 類	面 圧 (GPa)	硬 さ (H <sub>R</sub> C)	表面粗さ R <sub>a</sub> (μm)	
発明例 1	旋削	62～63	0.22	バニシング	7.3	66～67	0.14	○
発明例 2	旋削	62～63	0.28	バニシング	7.3	66～67	0.17	□
比較例 1	研削	62～63	—	超仕上	—	62～63	0.15	■
比較例 2 (従来例)	研削	62～63	—	超仕上	—	62～63	0.01	▲

【0020】そして、図1に示す2円筒転がりすべり試験装置によって、当該円筒形試験片とクラウニング付き円筒形試験片とを組み合わせた場合のトラクション性能について、表1に併せて示す条件の研削加工および超仕上加工によって同一素材から作成した同様の試験片によるトラクション性能と比較調査した。

【0021】2円筒転がりすべり試験装置は、図1に示すように、トラクションオイル（#376）を満たしたオイルバス1中に浸漬された円筒形試験片T1をタイミングベルト2を介して回転駆動する第1のACサーボモータ3と、同じくオイルバス1中に浸漬されたクラウニング付き円筒形試験片T2をタイミングベルト4を介して回転駆動する第2のACサーボモータ5と、クラウニング付き円筒形試験片T2をACサーボモータ5と共に移動させ、オイルバス1中において円筒形試験片T1に押し付けるエアシリンダ6から主に構成され、エアシリンダ6により両試験片T1およびT2に負荷される荷重と、円筒形試験片T1の支持軸に取付けられたトルクセンサ7によって検出されるトルクからトラクション係数μを求めるようになっている。なお、この実施例における試験条件としては、平均回転数2500rpm、す\*

\*べり速度5.2m/s、スリップ率0～15%、最大面圧約1.3GPaを採用した。

【0022】この結果は、図2に示すとおりで、超仕上加工によって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.15μmに仕上げた比較例1の場合には、油温の上昇によってトラクション係数μの増大が認められるのに対し、バニシング加工によって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.14μmおよび0.17μmに仕上げた本発明例1および2の場合には、トラクション係数μの増大がなく、超仕上加工によって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.05μm以下に仕上げた比較例2（従来例）と同等もしくはそれ以上のトラクション性能を示すことが確認された。

#### 【0023】転動疲労性能

SCM420H鋼を径約55mm、板厚約6mmの円板状に加工したのち、浸炭焼入および焼戻処理を施し、旋盤加工によって下地加工したのち、円板状素材の一面側に表2に示す条件のバニシング加工を施すことによって、それぞれの表面粗さR<sub>a</sub>に仕上げ、疲労試験片とした。

#### 【0024】

【表2】

区分	下地加工			仕上加工				記号
	種類	硬さ (H <sub>R</sub> C)	表面粗さ R <sub>a</sub> (μm)	種類	面圧 (GPa)	硬さ (H <sub>R</sub> C)	表面粗さ R <sub>a</sub> (μm)	
発明例3	旋削	62～63	0.19	バニシング	7.3	66～67	0.10	○
発明例4	旋削	62～63	0.33	バニシング	7.3	66～67	0.19	□
比較例3 (従来例)	研削	62～63	—	超仕上	—	62～63	0.02	▲

【0025】そして、図3に示す転動疲労試験装置のオイルバス11中に、このように作成した円板状疲労試験片T3を浸漬し、70～80℃に保持したトラクションオイル中において、約10mm径の鋼球12、12を試験片T3の仕上加工面に5.23GPaの面圧で押し当てると共に、2000rpmの速度で回転させることによって、仕上加工面（転動面）に剥離が発生する回転数（剥離寿命）について調査し、研削加工および超仕上加工によって同一素材から作成した同様の試験片の場合と比較した。

【0026】その結果は、図4に示すとおりで、バニシング加工によって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.10μmおよび0.19μmに上げた本発明例3および4の場合には、研削加工および超仕上加工によって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.02μmに上げた比較例3（従来例）の場合よりも転動疲労性能に優れることが確認された。

#### 【0027】残留応力

SCM420H鋼を径約50mm、長さ約60mmの円筒状に加工したのち、浸炭焼入および焼戻処理を施し、旋盤加工による下地加工によって表面粗さR<sub>a</sub>を0.27μm、硬さをH<sub>R</sub>C63としたのち、当該円筒状試験片の円筒面に面圧7.3GPaのバニシング加工による仕上加工を施した結果、仕上面の硬さがH<sub>R</sub>C67程度に向上すると共に、表面粗さR<sub>a</sub>が0.19μmとなった。

【0028】そして、このように仕上加工した円筒状試験片の仕上面近傍の残留応力を測定したところ、図5に示す結果が得られ、表面下0.1～0.2mmの部分において1500MPa程度の圧縮残留応力が発生していることが確認され、この圧縮残留応力によって転動疲労性能が向上するものと考えられる。

#### \*【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法においては、トラクションドライブ転動体の転動面にバニシング加工を施すことによって転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.2μm以下に仕上げるようにしているので、超仕上加工を行うことなくトラクション性能を向上させることができると共に、転動面直下位置の圧縮残留応力の発生によって転動疲労性能を改善することができ、トラクション性能および転動疲労性能に優れたトラクションドライブ転動体を安価に製造することができるという極めて優れた効果がもたらされる。

【0030】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法の実施態様として請求項2に係わる加工方法においては、バニシング加工時の面圧を7.0GPa以上としているので、転動面に塑性変形および圧縮残留応力を不足なく発生させることができ、転動疲労性能を確実に改善することができ、同じく実施態様として請求項3に係わる加工方法においては、バニシング加工の下地加工を旋削加工によって行うようにしているので、下地加工とバニシング加工とを連続的に行うことができ、工程の大幅な集約が可能になり、加工コストの大幅な削減が可能になる。さらに実施態様として請求項4に係わる加工方法においては、旋削による下地加工後の転動面の表面粗さR<sub>a</sub>を0.5μm以下にしているので、その後のバニシング加工が容易なものとなり、転動面をR<sub>a</sub>0.2μm以下の表面粗さに無理なく確実に仕上げるようになるという非常に優れた効果がもたらされる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法の実施例においてトラクション性能の

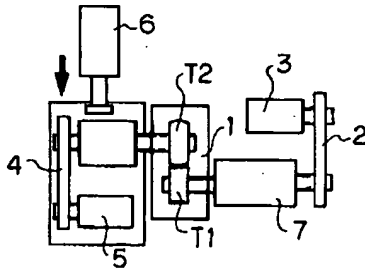
\* 50

調査に用いた2円筒転がりすべり試験装置の構造を示す概略説明図である。

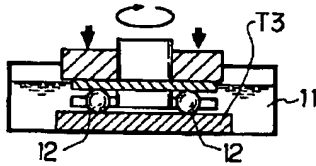
【図2】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法を適用した試験片によるトラクション性能を従来の仕上加工方法による試験片の場合と比較して示すグラフである。

【図3】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法の実施例において転動疲労性能の調査

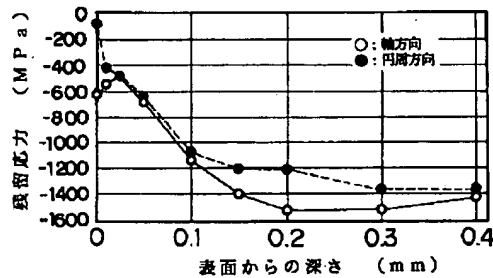
【図1】



【図3】



【図5】

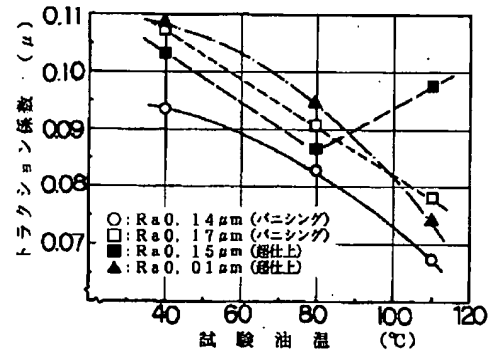


に用いた試験装置の構造を示す概略説明図である。

【図4】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法を適用した試験片による転動疲労性能を従来の仕上加工方法による試験片の場合と比較して示すワイブル分布図である。

【図5】本発明に係わるトラクションドライブ転動体表面の仕上加工方法を適用した試験片における仕上加工面近傍の応力分布を示すグラフである。

【図2】



【図4】

